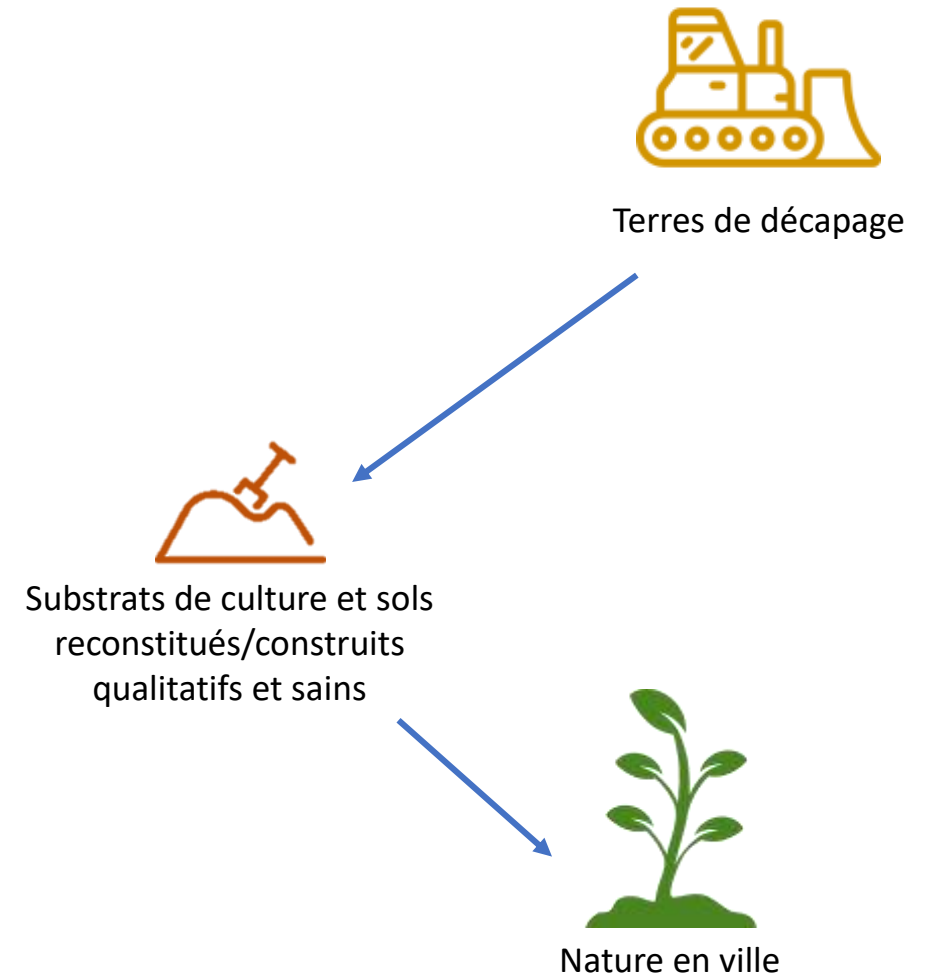




# CONSTRUIRE DES SOLS FERTILES

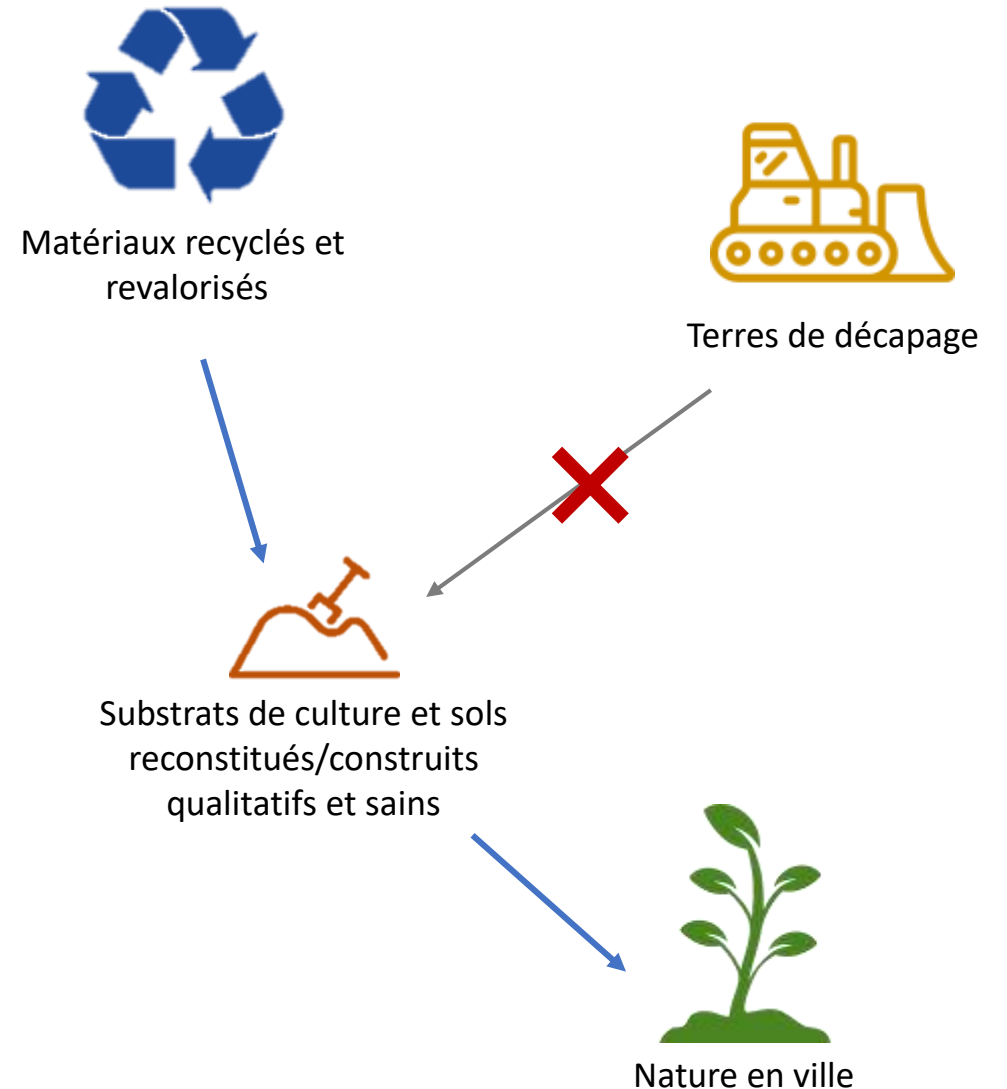
- Développement de la nature en ville et de la place des espaces végétalisés
- Besoin de substrats de plantations et de sols fertiles et qualitatifs (principalement issue de terres de décapage gagnées par étalement urbain)
  - terre végétale, terre de support (NF 44-551), avec des impacts sur :
    - Les ressources naturelles
    - La sécurité alimentaire et les espaces naturels
    - Diminution de la ressource avec les politiques de zéro artificialisation nette,
    - Les coûts de transport
- Quelles alternatives ?



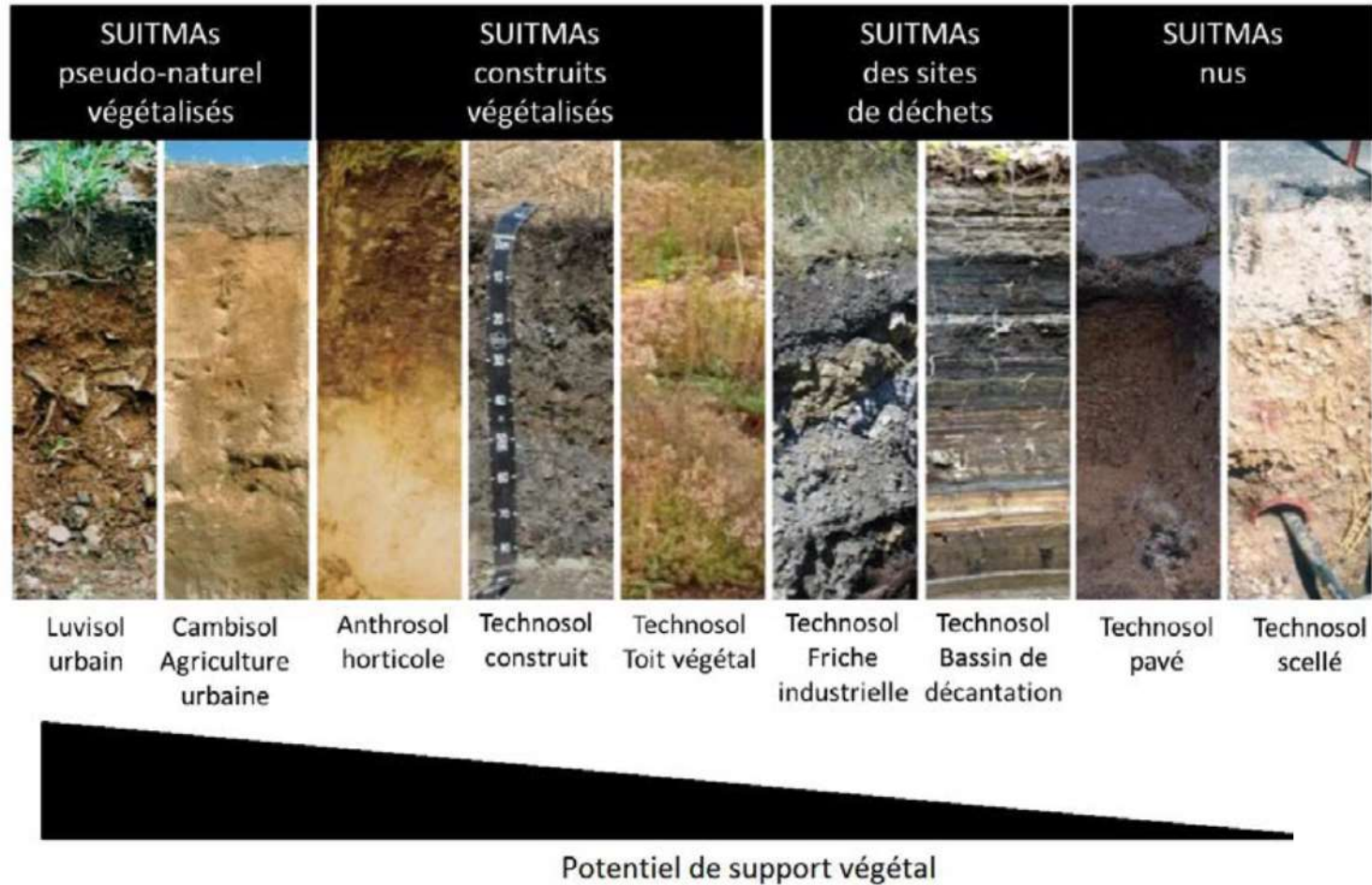


## ➤ Quelles alternatives ?

- Réutiliser des matériaux secondaires (délaissés, déchets, sous-produits industriels, etc) pour la formulation de substrats fertiles de plantation et la construction de sols
- Favoriser l'économie circulaire et la préservation des espaces agricoles par le génie pédologique



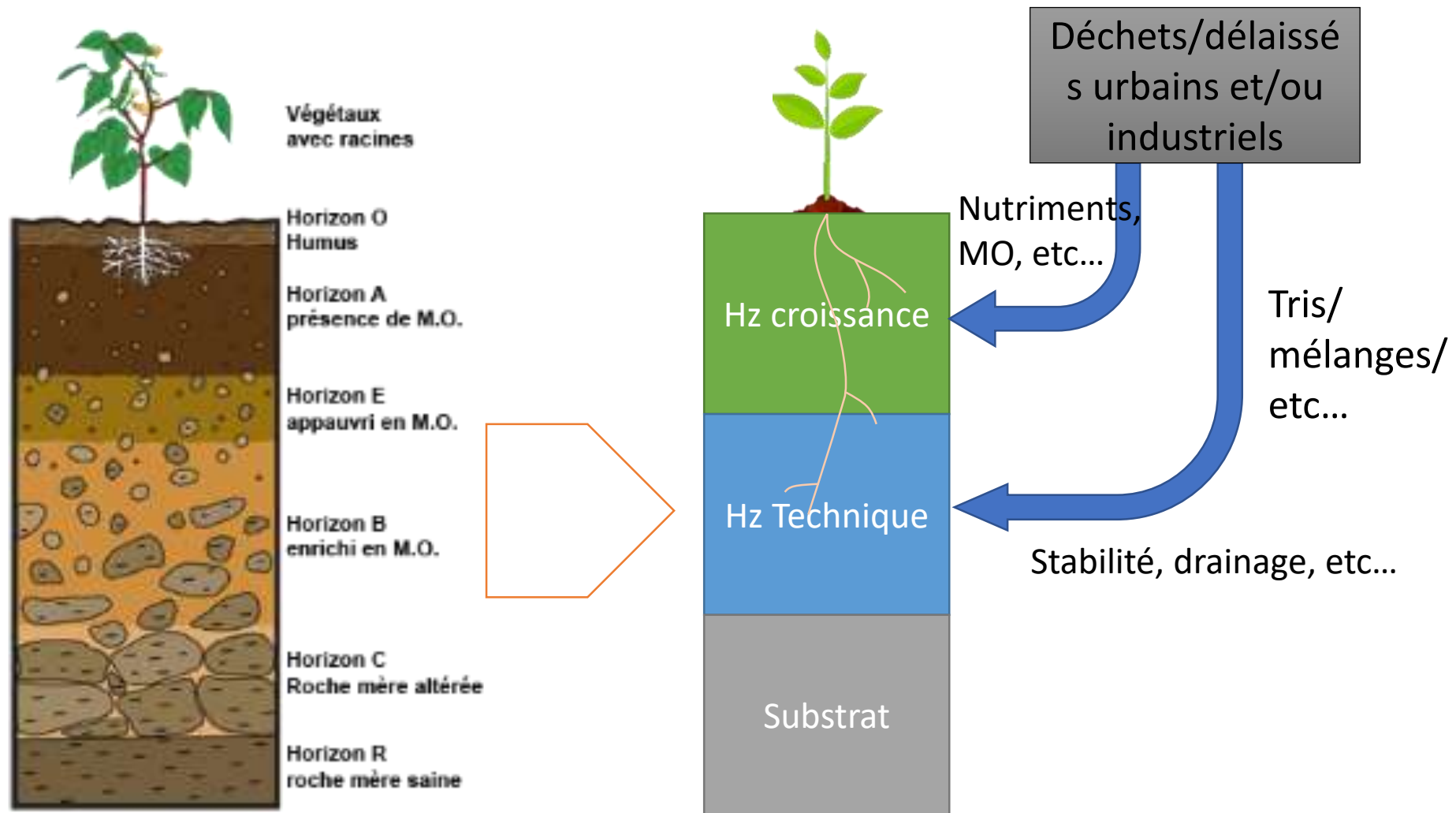
## Transformation des sols naturels ou agricoles : anthropisation des sols



- Services d'approvisionnement, de régulation ou culturels rendus par les sols
  - Fourniture :
    - Denrées alimentaires
    - Matériaux
  - Régulation :
    - Qualité des eaux
    - Crues
    - Climat
    - Cycle des nutriments
    - Cycle du carbone
  - Culturel :
    - Patrimoine
    - Aménités paysagères



# Revalorisation des déchets urbains : principe





Se positionner par rapport à des seuils « courants » et valeurs optimales

## Fertilité chimique

M.O.	g.kg-1	0	< 10	très faible
		1	10 à 40	faible
		2	> 100	élevé
		3	40 à 100	optimal
Ntotal	g.kg-1	0	< 2	très faible
		1	2 à 10	faible
		2	> 20	élevé
		3	10 à 20	optimal
C/N	-	0	< 6 ou > 15	défavorable
		1	6 à 8 ou 12 à 15	peu favorable
		2	10 à 12	assez élevé
		3	8 à 10	optimal
P Olsen	g.kg-1	0	< 0,04	faible
		1	0,04 à 0,08	modéré
		2	0,08 à 0,12	élevé
		3	> 0,12	très élevé
CEC	méq.100g-1	0	< 12	faible
		1	12 à 25	modéré
		2	25 à 40	élevé
		3	> 40	très élevé

## Fertilité physique

Réserve utile	mm.cm-1	1	0,5 à 1	faible
		2	1 à 1,5	élevé
		3	> 1,5	optimal
		0	> 1,7	très faible
Densité apparente	g.cm-1	1	1,5 à 1,7	faible
		2	1,2 à 1,5	élevé
		3	< 1,2	optimal
		0	< 0,05	très faible
Macroporosité	m3.m-3	1	0,05 à 0,1	faible
		2	0,1 à 0,2	élevé
		3	> 0,2	optimal
		0	> 0,2	très faible

Valeur seuil = guides de conception mais penser à l'usage final

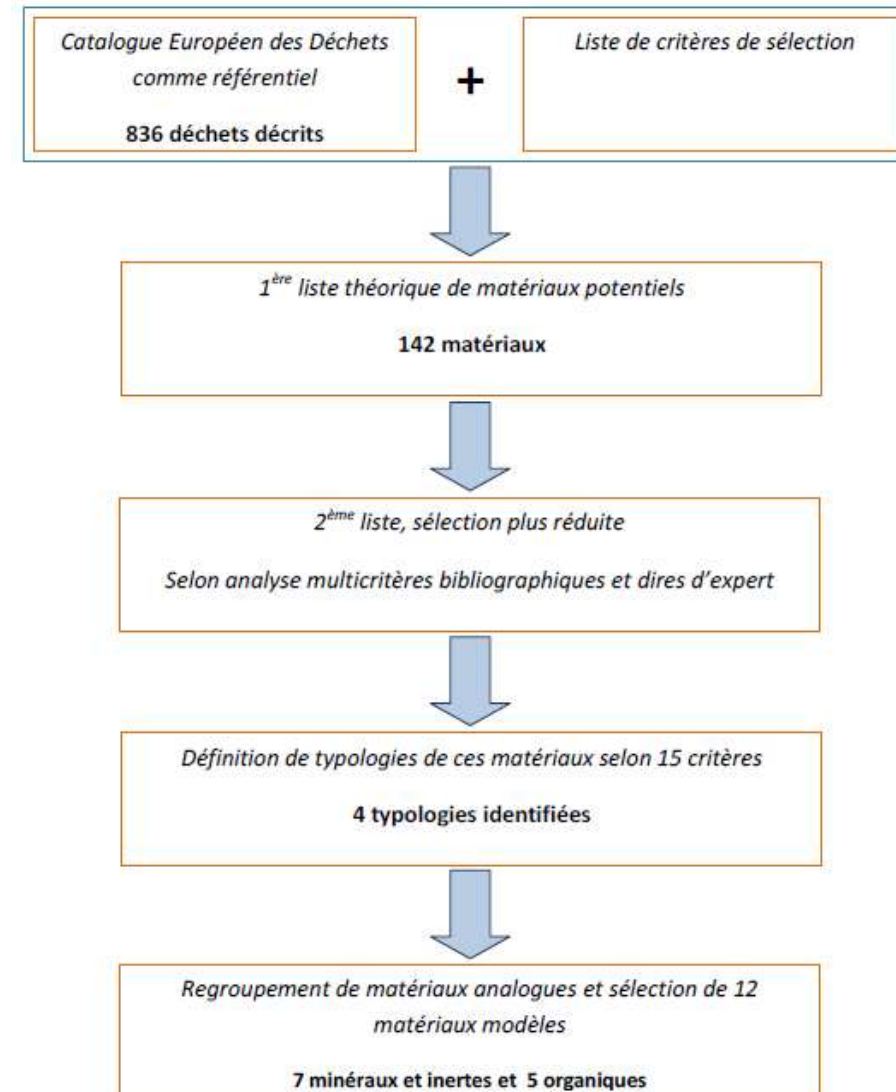
## Filtre et sélection de matériaux potentiels dans la construction de sols

### Exclusions

- Déchets dangereux
- Déchets médicaux
- Présence d'encre
- Présence d'amiante
- Déchets anecdotiques
- Etc...

27 matériaux sélectionnés

Briques/tuiles/céramiques	Ciments/plâtres/boues de STEP
Déchets sylviculture/tissus végétaux	Boues dragages/boues désencrage/déchets de gypse





## Déchets minéraux



## Déchets organiques



## Série de mesures des propriétés physico-chimique et agronomiques

Matériau	pH	g.kg <sup>-1</sup>			
		CaCO <sub>3</sub> total	CaCO <sub>3</sub> actif	C <sub>total</sub>	C <sub>org</sub>
Compost	7,9	11,1	n.d.	191,3	190,0
Béton	9,8	112,0	52,6	26,7	13,3
Boues de STEP	7,4	7,5	n.d.	334,9	334,0
Déchets verts	7,7	13,5	n.d.	237,6	236,0
Sous-produits papetiers	8,3	601,0	335,5	220,1	148,0
Déchets de rue	7,9	54,2	n.d.	140,5	134,0
Terres excavées	8,7	1,4	n.d.	1,3	1,1
Déchets du bâtiment	10,8	114,0	63,8	20,3	6,6
Briques	9,3	207,0	24,8	12,1	0,0
Ballasts	7,8	2,2	n.d.	18,5	18,2

Horizon	Matériaux	% massiq M1	% massiq M2	% massiq M3	% volumiq M1	% volumiq M2	% volumiq M3
<i>Témoin</i>	TA/CO	75	25		50	50	
<i>Croissance</i>	BR/CO	50	50		33,33	66,66	
	BA/DR/CO	30	40	30	13	42	45
<i>Technique</i>	BA/SP	56	44		33,33	66,66	
<i>Squelette</i>	TA/BA/BS	21	74	5	20	60	20
	TA/BE/DV	34	63	3	30	60	10

TA : terre acide

CO : compost

BA : ballast

BS : boues de STEP

BE : béton

DV : déchets verts

SP : sous-produits

papetiers

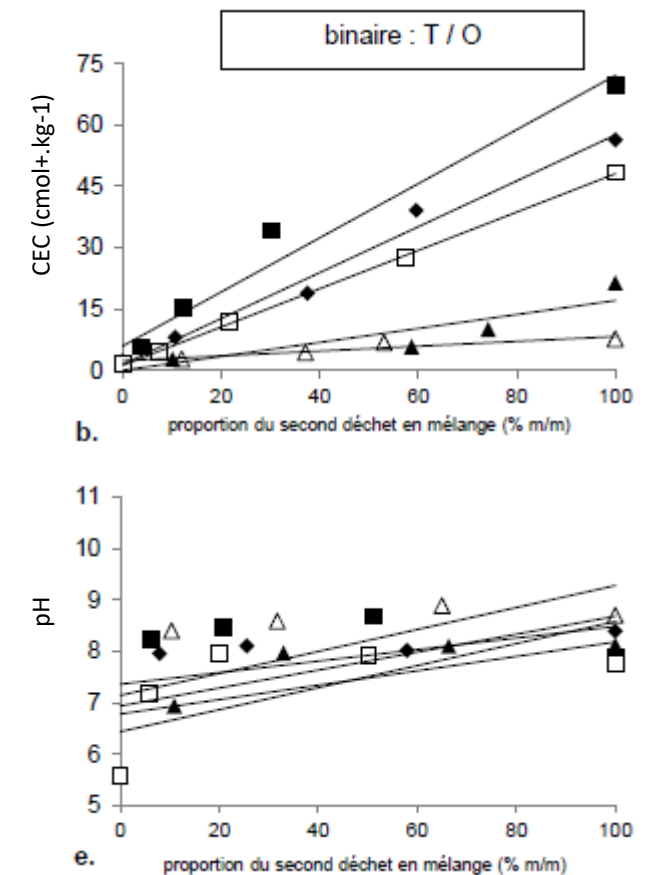
BR : briques



- Mise en œuvre de régression sur les matériaux et les mélanges afin de déduire des modèles prédictifs
- Généralisation semble possible pour les paramètres : masse volumique apparente, capacité de rétention en eau, POlsen, CEC.



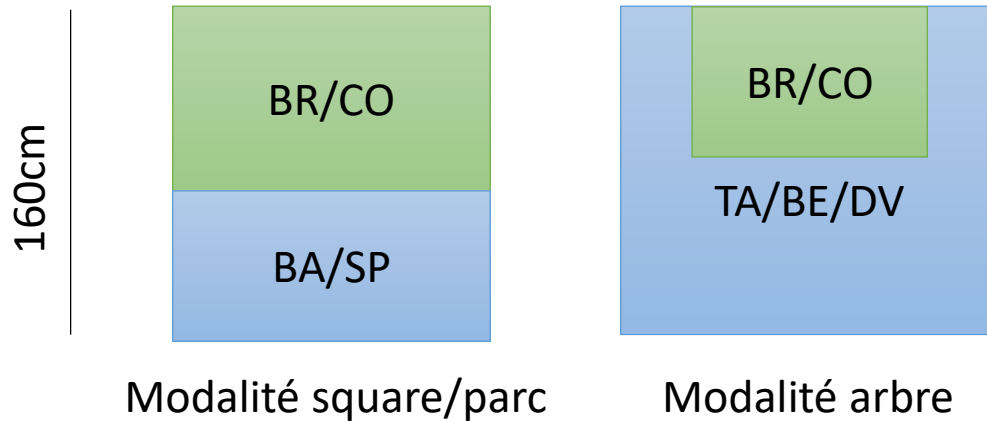
Figure 45 : Vue du mélange BA-DR-CO



mélanges binaires  
« déchets terreux/déchets organiques »

- Evaluation du potentiel de ces sols construits à produire de la biomasse végétale

GISFI, Homécourt – tests en lysimètres

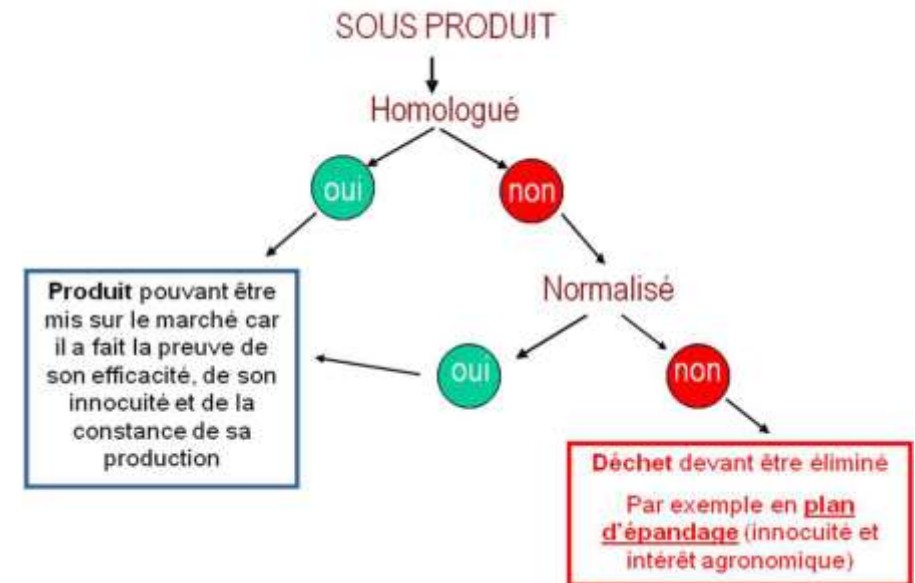


Mesure sur deux ans :  
Peu d'évolution, pH basique  
CEC et CACO3 globalement élevées  
(lien avec les matériaux parents)  
Bon développement des espèces végétales

- Localisation + identification de gisements potentiels
  - Acceptabilité des matériaux
  - Sortie du cadre de déchets
  - Intérêt économique en pleine évolution
  - Contexte du cas par cas, évaluer par rapport au ressources locales (ex : compost urbain)

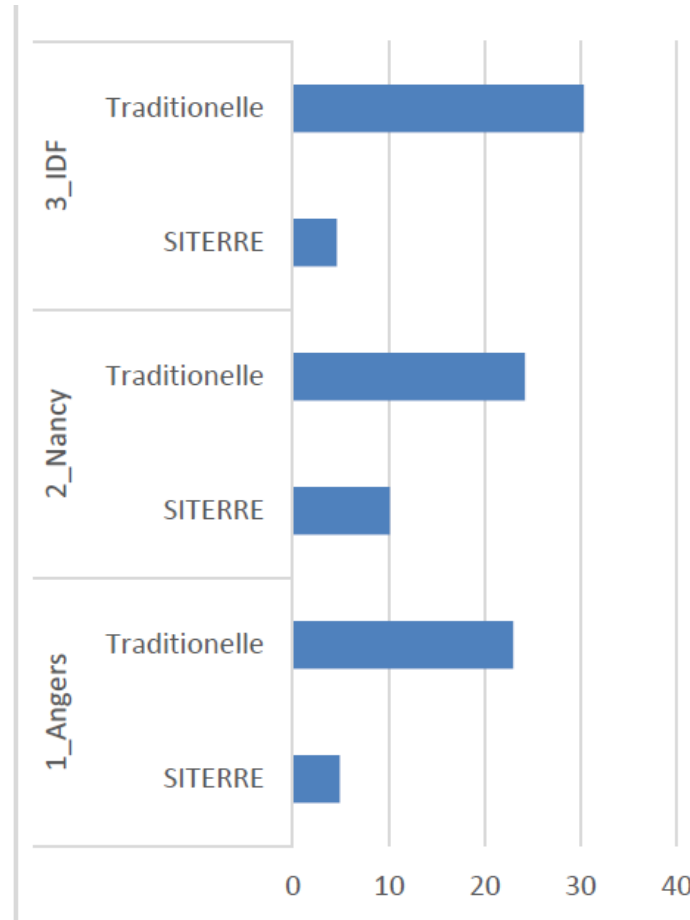
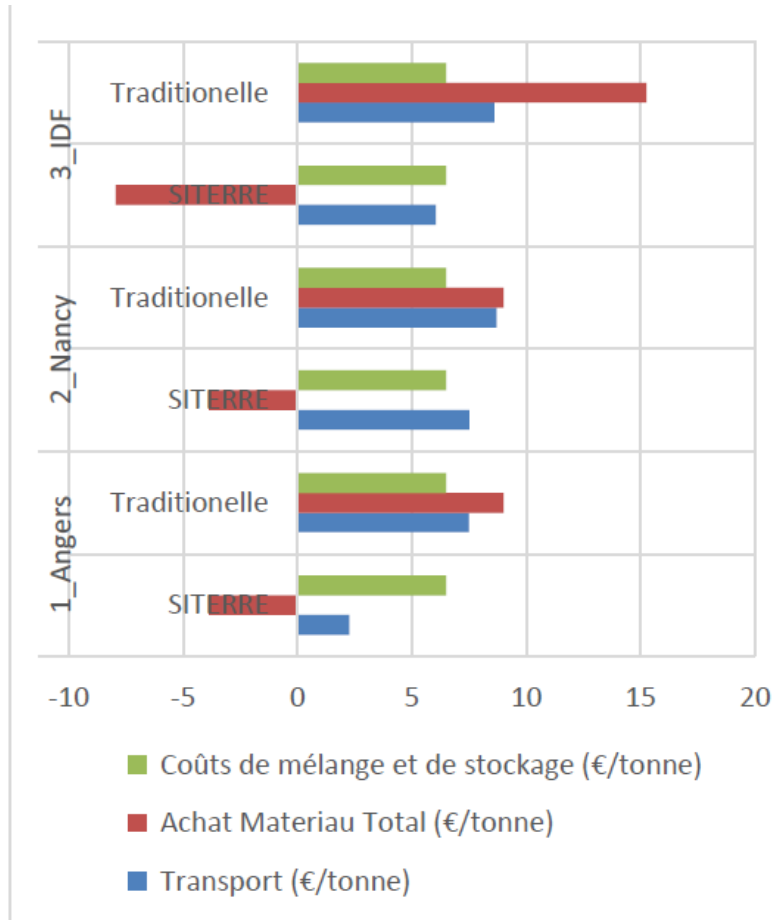
## Cadre réglementaire restreint

- Notion dans le code rural : nécessité d'homologation des supports de culture
- Respect norme NF U44-551





- Résultats d'une évaluation de structuration des coûts pour la mise en œuvre d'un horizon de croissance





QUELLES ACTIONS AUJOURD'HUI ?



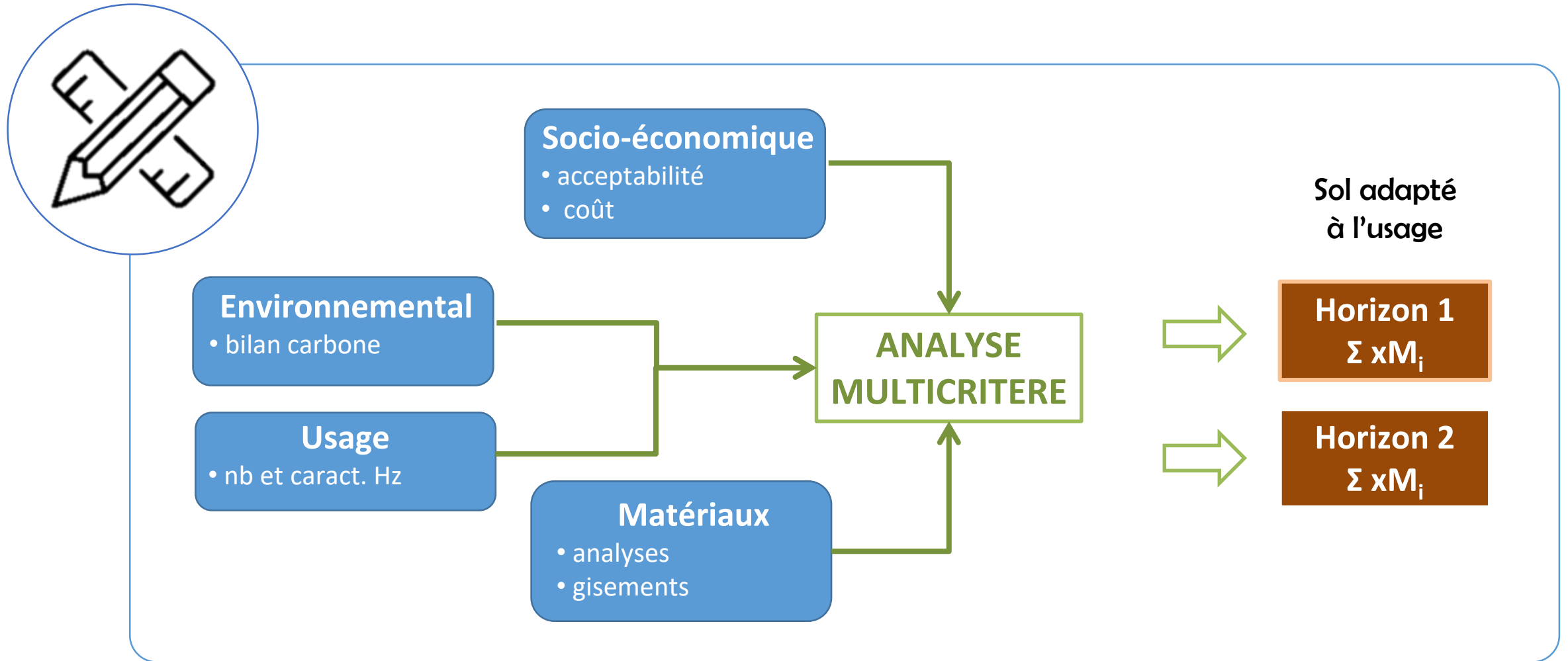
## 1 Développement d'un outil d'aide à la décision

Faciliter les choix en termes de mise en œuvre de formulations de sols à partir de matériaux secondaires (  destination des concepteurs, gestionnaires, chercheurs, etc)

Outil construit sur la base d'essais expérimentaux (analyses matériaux par matériaux puis en mélanges) et sur des modèles prédictifs des valeurs agronomiques et physiques

Publication en ligne via un site web dédiée





## **2 Comprendre les pratiques de construction de sols et l'évolution des sols construits**

Synthétiser les pratiques et techniques des professionnels de la filière (pratiques, types d'aménagements, type de sols construits et matériaux)

Construire un réseau de sites pilotes en vue de caractériser les propriétés agrop dologiques des sols

## Rappel

Rejoignez le réseau de sites démonstrateurs  
pour la construction de sols fertiles

Répondez au questionnaire  
avant le 30 septembre



Vous avez participé à des projets  
d'aménagements ayant nécessité la  
construction/reconstitution de sols ?

Vous souhaitez partager votre  
expérience et intégrer un réseau de  
sites démonstrateurs ?

Vous êtes en veille sur ce sujet ?

Faites-vous connaître, remplissez le  
questionnaire.

[Remplir le questionnaire](#)

## Réponses en bref

- Près de trente sites décrits (situation, provenance et typologie des matériaux, caractéristiques des sols construits)
- La fonction de support de végétation reste la priorité dans les procédés de sols construits, mais pas la seule (infiltration de l'eau, habitat de biodiversité)
- Sols construits sur des épaisseurs variables (20 à 150 cm), constitués de 1 à 2 horizons et à partir de 2 à 3 matériaux différents





Technicentre (Mars 2024)

## Sur deux années :

Ouverture de profil et description des horizons en présence

Echantillonnage de terres à différentes profondeurs pour analyses en laboratoire

Evaluation d'indicateurs biologiques sur site

### Paramètres physiques

Stabilité des agrégats

Densité apparente

Capacité au champ et point de flétrissement

### Paramètres agronomiques

pH

CaCO<sub>3</sub> – Ca actif

CEC

C<sub>tot</sub>

N<sub>tot</sub>

C/N

Texture

Cations  changeables

### Paramètres géochimiques

9M taux

16HAP<sub>tot</sub>

PCB<sub>tot</sub>

Lixiviat si total détecté

### Indicateurs biologiques

Vers de terre

Abondance bactérie

Nématodes

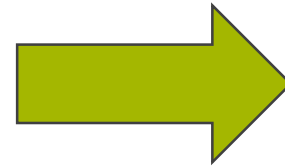
Diversité collemboles

Respirom trie

Tea-bag



2023



2024

## **3 Communication, interaction avec la filière, analyse environnementale**

Enrichir la mise en œuvre de l'OAD avec les professionnels de la filière

Communiquer et diffuser les résultats du programme

Mettre en œuvre une évaluation environnementale de la pratique de construction de sols



## Analyse de cycle de vie

Evaluer l'impact environnemental du procédé de construction de sols à l'aide de déchets revalorisés

Comparaison de trois scénarios :

- Formulation 1 : 100% de terre végétale
- Formulation 2 : 70% terre du site + 30% compost de déchets verts
- Formulation 3 : 40% terre du site + 30% b tons concassé + 30% compost de déchets verts + mycorhization

Site d'illustration : RD401 d'Aulnay-sous-Bois



## Echanges avec la filière

Promouvoir les outils, livrables et résultats issus de Siterre II

Percevoir les problématiques et retours des professionnels sur la question de construction de sols

- Premier atelier (UNEP) : Juin 2023
- Second atelier : Automne 2024

## Livrables

Guide technique d'aide à la conception d'aménagements urbains et végétalisés  
Cahier des charges à destination des maitrises d'ouvrages





MERCI DE VOTRE ATTENTION